

基于几何特征的模糊神经网络去噪方法研究

罗 佳¹, 刘大刚², 杨 姝¹

(1 电子科技大学 成都学院计算机系, 四川 成都 610031;

2. 西南交通大学 交通隧道工程教育部重点实验室, 四川 成都 610031)

摘 要: 提出一种新的基于几何特征的模糊神经网络去噪方法. 首先用裂缝 8 个种类的几何特征向量对噪声点的估计作为输入, 建立起一个模糊神经网络系统(FNN), 并对大量的噪声图像进行训练, 然后将训练好的 FNN 用于判断图像点是否为噪声点, 如果是噪声点, 则用传统的中值滤波进行去噪, 否则不作任何操作, 保留原图像作为重构输出图像. 实验结果表明, 该方法既消除了噪声, 又很好的保留了图像的细节, 效果令人满意.

关键词: 裂缝检测; 几何特征; 模糊神经网络; 中值滤波

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)09-0039-03

Study on Denosing Method Based on Fuzzy Neural Network of Geometrical Features

LUO Jia¹, LIU Da-gang², YANG Shu¹

(1 Computer Department, Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610031, China; 2 Key Laboratory of Transportation Tunnel Engineering, Ministry of Education, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: This paper proposes an new denosing method based on fuzzy neural network of geometrical features using crack its own characteristics. Its basic idea is to firstly measure 8 kinds of geometric feature vector for noise estimation as input to establish a fuzzy neural network system (FNN) to train many images. Then it use the trained FNN to judge whether the image points for the noise point, if the result is noise, it is denoised using the classical median filter, Otherwise, retained the original image as the reconstruction of the output image without any operation. The experimental results show that this method can eliminate the noise, and keep a good image details. Finally, the effect is satisfied.

Key words: crack detection; geometrical features; fuzzy neural network; median filter

1 引言

图像去噪方法大致可以分为空间域去噪法和变换域去噪法两大类^[1-2]. 前者有早期比较经典的方法如加权平均、邻域平均、中值滤波等, 虽然算法简单快速, 但往往造成图像细节信息丢失, 尤其是边界和轮廓, 容易模糊失真; 而后者是以傅里叶变换、拉普拉斯变换、小波变换较为流行, 虽保全了图像信息, 但计算复杂度较高, 速度较慢, 稳定性较差. 为解决

以上各种不足, 研究者们不断进行改进^[3], 不断引入新的去噪模式. 其中神经网络因具有记忆和模拟功能, 也被广泛应用其中^[4-5]. 本文也提出了一种利用裂缝几何特征进行神经网络去噪的方法, 同时还综合了模糊系统理论, 可以约束神经网络偏差的校正. 实验结果表明去噪效果良好.

2 几何特征向量估计噪声点

一般来说, 裂缝是细长的, 其宽度远远小于 50

收稿日期: 2013-10-27; 修回日期: 2014-01-03

基金项目: 国家自然科学基金(51208434); 中央高校基本科研业务费专项资金(SWJTU12CX070)

mm(如果有 50 mm 以上的裂缝存在,说明这样的路面破损相当严重,只能进行人工检测,因而不本文研究范围内),而路面噪声却是随机.如图 1 所示.

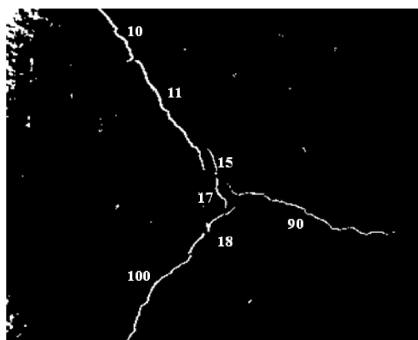


图 1 含噪声的裂缝测试图像

为了有效地识别裂缝和噪声,通过大量的实地测量和研究,发现裂缝和噪声在其 8 个种类的特征上是有明显区别.也就是说只需要测量这 8 个特征向量,即可对噪声点做简单快速地初步估计.这样既不会造成图像模糊,也减少了计算的复杂度.这 8 个特征向量分别为面积、占有率、周围长、图形最大占有率、长度、图形最大长度、最大垂直幅度、最小水平宽度.其中“占有率”是指像素点的面积和包围这些像素点的水平 $\times$ 垂直直径决定的矩形区域面积之比.“周围长”是指裂缝长度和宽度的比值.表 1 所示为图 1 经测量后提取出裂缝的部分特征向量.

表 1 裂缝形状的部分特征向量

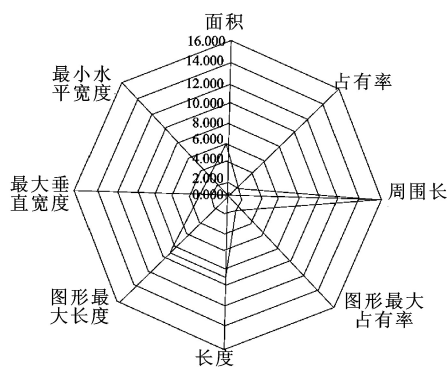
裂缝编号	面积/像素	长度/mm	最小水平宽度/mm
10	1 037	1 515	3.3
11	2 512	3 356	3.7
15	482	484	4.9
17	895	1 062	4.2
18	1 601	1 911	4.1
90	6 618	8 239	4.0
100	1 440	1 645	4.3

为了更加清晰地显示出裂缝与噪声在特征向量之间的区别,图 2 将测量的数据用雷达卡方式重新描述出来.可以清楚地看出裂缝和噪声在占有率及最大图形占有率特征的倾向上是不同的.裂缝的像素点在这个值上有收敛变小的趋势.

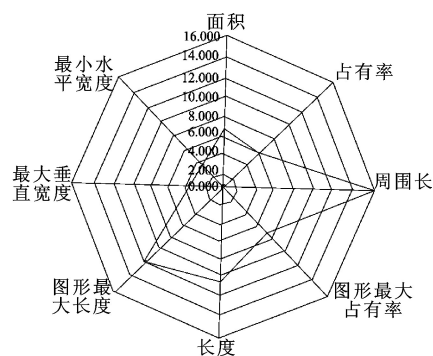
同时,将周围长和占有率之间作一个线性比较,如图 3 所示,也可以起到对噪声点的初步估计作辅助作用.

3 模糊神经网络训练去噪

近年来,模糊系统在理论和应用两方面都取得了长足的进步,因其不需要建立复杂精确的数学模型,模糊控制规则也源于专家或操作人员的经验和



(a) 裂缝特征向量



(b) 噪声特征向量

图 2 裂缝和噪声的特征向量比较

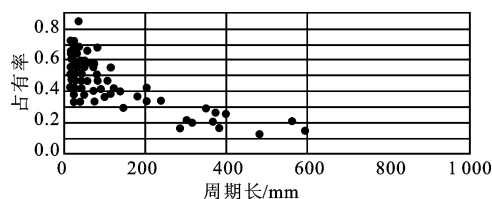


图 3 周围长和占有率的关系

知识累积,因而具有速度快、鲁棒性好、预测效果良等优点,但它却不具备自学能力,因此应用仍受很大限制.而目前广泛应用的人工神经网络虽具备模拟学习的能力,但类似一个黑箱,缺少透明度,不能很好地表达人类推理功能.因此综合两者,形成模糊神经网络(Fuzzy Neural Network, FNN),它汇集了神经网络与模糊理论的优点,集学习、联想、识别、信息处理于一体^[6].

3.1 FNN 算法描述

经过以上特征向量提取可以对噪声点作初步的估计,联合中值滤波对噪声点的估计,就可以建立起模糊神经网络系统(FNN)进行训练. FNN 由三个输入和一个输出构成.其中噪声图像、前期特征向量对噪声点的估计、中值滤波对噪声点的估计分别为 FNN 的三个输入值;其输出则是对噪声点的判断(是或否).如果是噪声点,则用中值滤波直接去噪声

(3×3 滤波窗口);如果是真实的图像,保持不变,直接输出,最终得到两者的融合重构图像.算法结构如图4所示.

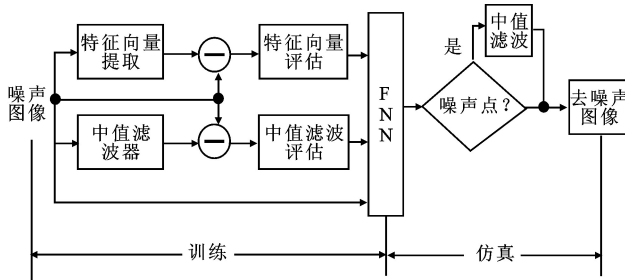


图4 FNN 算法结构示意图

(1) 特征向量评估

对于目标特征向量 Q 中的任一特征向量 $F = F_1 \cdots, F_i, \cdots, F_m$ 构成模式 F (本文中的模式指具体训练图像的特征向量), 采用模糊推理中基于 Sugeno 规则, 式(1)设计了特征向量对噪声点的估计模型 G_F . 其中 M_i 为第 i 个变量的隶属度函数, δ 是对噪声点估计的阈值.

$$G_F = \begin{cases} \text{if } M_i(\sum_{i=1, m} F), i > \delta \rightarrow 1 \\ \text{else} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (1)$$

(2) 中值滤波评估

中值滤波是一种基于排序统计理论的简单滤波器, 输出是滤波窗口内像素的灰度平均值. 描述如下: ($W_n(x, y)$ 为噪声图像中以坐标点 (x, y) 为中心的滤波窗口内一组像素的灰度值)

$$m(x, y) = \text{Median}(W_n(x, y)) \quad (2)$$

式(3)设计了中值滤波对噪声点的估计模型 G_m , 其中 g 为图像像素点的灰度值.

$$G_m = g - m \quad (3)$$

3.2 FNN 去噪训练

本文运用图5三层网络结构对100张含有噪声的裂缝图像进行训练, 训练循环次数为300次.

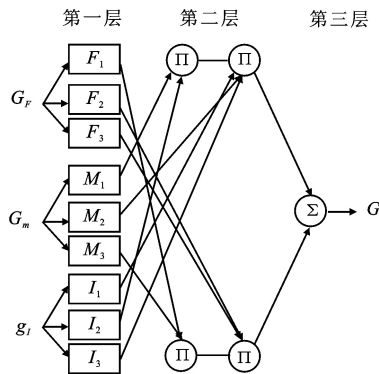


图5 FNN 网络结构示意图

同时将校验数据一同输入 FNN, 结果如图6所示. 可以看出, 训练数据误差一直在收敛下降, 渐渐逼近校验数据误差, 最终与检验数据重合, 说明 FNN 建模是有效的.

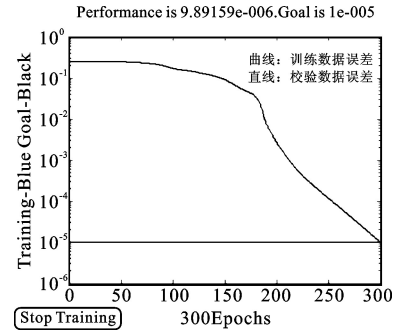


图6 训练误差图

4 仿真实验

将训练好的 FNN, 在 Matlab7.0 环境下, 对一组含有噪声的裂缝图像进行了去噪的仿真实验. 图7是在这组图像中随意挑选的一张图像的试验说明, 并和中值滤波^[1] (3×3 滤波)、小波变换^[1] 作了对比, 结果如图7所示.

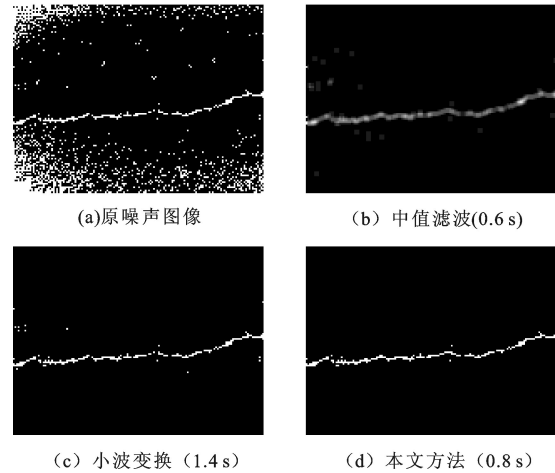


图7 仿真实验结果

从图7(b)中可以清楚的看到直接中值滤波虽然可以较好的消除噪声, 但图像模糊; 图7(c)小波变换效果虽好, 但因变换复杂度较大, 耗费时间较长; 图7(d)已基本消除噪声干扰, 图像保持较清晰, 速度也较快.

5 结束语

本文详细描述了基于几何特征的模糊神经网络去噪方法, 较于传统去噪方法, 本文方法能更好地消除噪声影响, 且保留清晰完整的图像信息, 为后期裂

(下转第47页)

- [5] Kamkar I, Akbarzadeh-T M R, Yaghoobi M. Intelligent water drops a new optimization algorithm for solving the Vehicle Routing Problem[C]// Systems Man and Cybernetics (SMC), 2010 IEEE International Conference on. Barcelona; University of Pompeu Fabra, IEEE, 2010: 4142-4146.
- [6] Rayapudi S R. An intelligent water drop algorithm for solving economic load dispatch problem[J]. International Journal of Electronics Engineering, 2011, 5(1): 43-49.
- [7] Yu G, Qi X. Disruption management: framework, models and applications[M]. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2004.
- [8] Qi X, Bard J F, Yu G. Disruption management for machine scheduling: the of SPT schedules[J]. International Journal of Production Economics, 2006, 103(1): 166-184.
- [9] Lee C Y, Leng J Y, Yu G. Two machine scheduling under disruptions with transportation considerations [J]. Journal of Scheduling, 2006, 9(1): 35-48.
- [10] 潘逢山,叶春明. 生产调度干扰管理模型构建及智能算法研究[J]. 工业工程与管理, 2012, 17(3):85-89.
- [11] 张洪滨. 智能水滴算法及其在通信中的应用[J]. 数据通信, 2012(3):19-21.
- [12] 刘敏,张超勇,张国军,等. 基于混合粒子群优化算法的置换流水车间调度研究[J]. 中国机械工程, 2011, 22(17): 2048-2053.
- [13] 盛晓华,叶春明. 蝙蝠算法在 PFSP 调度问题中的应用研究[J]. 工业工程, 2013, 16(1): 119-124.
- [14] Hoang D C, Kumar R, Panda S K. Optimal data aggregation tree in wireless sensor networks based on intelligent water drops algorithm[J]. IET Wireless Sensor Systems, 2012, 2(3): 282-292.
- [15] Nagalakshmi P, Harish Y, Kumar R K, et al. Combined economic and emission dispatch using intelligent water drops-continuous optimization algorithm[C]// Recent Advancements in Electrical, Electronics and Control Engineering (ICONRAEECE), 2011 International Conference on. India: Divakasi, IEEE, 2011: 168-173.
- [16] 沈海洋. 基于遗传 PSO 的无线传感网络覆盖优化算法研究[J]. 微电子学与计算机, 2013, 30(3): 148-151.

作者简介:

刘欣女,(1990-),硕士研究生.研究方向为生产调度及智能算法.

(上接第41页)

缝的提取作了关键的预处理.最终也成功运用于裂缝检测系统中.

此外,对于公式(1)中的阈值 δ 值暂时还是手动选取,需不断尝试,才能得到最佳值,这就使得算法不够自动化,有待进一步研究改进.

参考文献:

- [1] 何斌. Visual C++ 数字图像处理[M]. 2版. 北京:人民邮电出版社,2002.
- [2] 李严. 多尺度几何分析的图像去噪方法综述[J]. 计算机工程与应用,2011,47(34):168-173.
- [3] 王兴建. 基于多级去噪模型的路面裂缝检测方法[J].

计算机应用,2010,30(6):1606-1609.

- [4] 蔡念. 基于小波神经网络的图像去噪算法[J]. 生物物理学报,2005,25(1):78-81.
- [5] 翟继双. 基于特征的模糊神经网络遥感图像目标分类识别[J]. 遥感学报,2009,13(1):67-73.
- [6] 朱美龙. 小波神经网络在遥感溢油图像去噪中的应用[D]. 大连:大连海事大学, 2011.

作者简介:

罗佳女,(1981-),硕士.研究方向为图像处理与模式识别.

刘大刚男,(1979-),博士,副教授.研究方向为隧道与地下工程.